第 47 講　原子模型

1

水素原子は，原子核のまわりを，電荷 $-e$ [C]，質量 m [kg] の電子１個が，クーロン力 $\dfrac{ke^2}{r^2}$ [N]（k：比例定数）を受けて，速さ v [m/s] で半径 r [m] の等速円運動をしていると考えられる。この水素原子では，電子の波動性にもとづく物質波（ド・ブロイ波）が，円周上で定常波をつくって安定化していると考えられ，原子のエネルギーはとびとびの値をとる。原子内の電子の状態とエネルギーについて，以下の問に答えよ。ただし，プランク定数を h [J･s] とする。

(1)　電子が水素原子核のまわりを等速円運動しているときの円運動の方程式を表せ。

(2)　この電子の全エネルギー（運動エネルギーと位置エネルギーの和）を k，e，r を用いて表せ。

(3)　この水素原子において，電子の波動性にもとづく物質波の波長を m, v, h を用いて表せ。

(4)　電子の物質波が定常波をつくる条件を，m，v，r，h および量子数 n を用いて表せ。

(5)　水素原子内の電子が n 番目の定常状態にあるときの軌道半径 r_n を，m，e，k，h および量子数 n を用いて表せ。

(6)　n 番目の定常状態の原子のエネルギー準位 E_n を，m，e，k，h および量子数 n を用いて表せ。

(7)　水素原子において，基底状態から $n=4$ の励起状態まで電子が励起されたとき，観測しうる線スペクトルの輝線の総数は何本か。

©RECRUIT　HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

＜ Note ＞

ⒸRECRUIT　HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

☆
2

次の［　　］の中に適当な語句または数値を入れよ。ただし，プランク定数を 6.63×10^{-34} [J･s]，電子の電気量は $-e=-1.60\times10^{-19}$ [C]，真空中の光の速さを 3.00×10^{8} [m/s] とする。

水素原子に関するボーアの理論によると，原子が定常状態にあるとき［①］を放出しない。定常状態のエネルギー準位は $E_n=-(21.8\times10^{-19})/n^2$ [J] で与えられる。ここに n は［②］で［③］と呼ばれる。基底状態のエネルギーは［④］[J] である。

電子が E_4 から E_2 の状態に移ったとき，水素から放出される光の真空中での波長 λ は［⑤］[m] である。

水素原子をイオン化するのに必要なエネルギーは［⑥］[eV] である。

光のスペクトルのうちバルマー系列は $n=$［⑦］への状態遷移によって得られ，その最短波長は［⑧］[m]，最長波長は［⑨］[m] である。

ⒸRECRUIT　HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

< Note >

ⒸRECRUIT　HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第47講　確認テスト

以下の文中の空欄に入る語句，数式として最も適当なものを以下の選択肢の中から一つずつ選び，その記号を答えよ。ただし，同じものを何度用いてもよい。

電気素量を e，プランク定数を h，光速度を c，電子の質量を m，電子の速さを v，クーロン力の比例定数を k とする。

水素原子の構造を考えるには，円運動の方程式 [1] とボーアの量子条件 [2] を用いればよい。ただし，円運動の半径を r とする。この2式から，水素原子の半径は $r=\dfrac{h^2}{4\pi^2 mke^2}\times n^2$ となる。ただし，n は正の整数である。[2] の意味は，「原子内の電子は，その物質波が軌道に沿って [3] を作る状態のみが許される。」ということである。

また，エネルギー準位 E_m の電子がエネルギー準位 E_n に移る際に出す光の波長は [4] である。

選択肢

① 原子　② 真空　③ 電子　④ X線　⑤ 光子　⑥ 定常波

⑦ $2\pi r=\dfrac{h}{mv}\times n$　⑧ $m\dfrac{v^2}{r}=k\dfrac{e^2}{r^2}$　⑨ $\dfrac{hc}{E_m-E_n}$　⑩ $\dfrac{E_m-E_n}{hc}$

ⒸRECRUIT　HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

＜ Note ＞

ⒸRECRUIT　HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第47講　原子模型

1

(1) $m\dfrac{v^2}{r}=k\dfrac{e^2}{r^2}$　(2) $-\dfrac{ke^2}{2r}$　(3) $\dfrac{h}{mv}$　(4) $2\pi r=\dfrac{h}{mv}\times n$

(5) $r_n=\dfrac{h^2}{4\pi^2 mke^2}\times n^2$　(6) $E_n=-\dfrac{2\pi^2 mk^2e^4}{h^2}\times\dfrac{1}{n^2}$　(7) 6本

2

① 光（または光子）　② 整数（または自然数）　③ 量子数　④ -21.8×10^{-19}

⑤ 4.87×10^{-7}　⑥ 13.6　⑦ 2　⑧ 3.65×10^{-7}　⑨ 6.57×10^{-7}

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第 47 講　確認テスト

【解答】

1 ：⑧

2 ：⑦

3 ：⑥

4 ：⑨

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。